

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 266 425 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
03.12.2003 Bulletin 2003/49

(51) Int Cl.7: **H01Q 1/27, H01Q 5/02,
G04G 1/00**

(21) Numéro de dépôt: **01905562.3**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/CH01/00119

(22) Date de dépôt: **23.02.2001**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 01/069716 (20.09.2001 Gazette 2001/38)

(54) **ANTENNE MULTIFREQUENCE POUR INSTRUMENT DE PETIT VOLUME**

ANTENNE FÜR MEHRERE FREQUENZEN FÜR KLEINE INSTRUMENTE

MULTIFREQUENCY ANTENNA FOR INSTRUMENT WITH SMALL VOLUME

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

(30) Priorité: **15.03.2000 EP 00200934**

(43) Date de publication de la demande:
18.12.2002 Bulletin 2002/51

(73) Titulaire: **ASULAB S.A.**
2074 Marin (CH)

(72) Inventeurs:
• **ZÜRCHER, Jean-François**
CH-1815 Tavel/Clarens (CH)

• **SKRIVERVIK, Anja**
CH-1443 Champvent (CH)
• **STAUB, Olivier**
CH-3012 Bern (CH)

(74) Mandataire: **Ravenel, Thierry Gérard Louis et al**
I C B,
Ingénieurs Conseils en Brevets SA,
7, rue des Sors
2074 Marin (CH)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 470 797 EP-A- 0 871 236
EP-A- 0 872 912 WO-A-99/03168
US-A- 2 282 292 US-A- 5 699 319

EP 1 266 425 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention est relative à une antenne de forme allongée pour instrument de petit volume, notamment une montre-téléphone, susceptible de recevoir et d'émettre des messages radiodiffusés sur au moins deux fréquences de valeurs haute et basse, cette antenne étant constituée, à partir d'un point d'alimentation, d'un premier élément radiant dont la longueur est accordée sur la fréquence haute et d'au moins un second élément radiant, faisant suite au premier, la longueur de ce second élément ajoutée à celle du premier présentant une longueur totale accordée sur la fréquence basse, les premier et second éléments radiants étant reliés ensemble par un circuit résonant dont la fréquence de résonance est choisie pour limiter la longueur de l'antenne à son premier élément quand la fréquence haute est active et pour utiliser la longueur totale de l'antenne quand la fréquence basse est active.

[0002] Une antenne répondant à la définition générique ci-dessus est connue de l'état de la technique. Elle est décrite notamment à la page 17-6 de "ARRL Handbook, 1989" et illustrée à la figure 1 accompagnant la présente description. Un autre exemple d'une telle antenne est par exemple décrit dans le brevet U.S. 2,282,292. Il s'agit d'une antenne dipôle alimentée par un feeder 25. A partir du point d'alimentation 2, chaque brin de l'antenne comporte un premier élément radiant 3, puis un circuit résonant 5 et enfin un second élément radiant 4. L'antenne est prévue pour être accordée sur deux fréquences différentes, par exemple 28 et 21 MHz. La longueur L1 du premier élément radiant 3 est adaptée à la fréquence de 28 MHz (ou plus exactement au quart de la longueur d'onde de cette fréquence). La longueur L2 du second élément radiant 4 ajoutée à la longueur L1 du premier élément conduit à un élément radiant de longueur L3 adapté à la fréquence de 21 MHz (ou comme plus haut au quart de la longueur d'onde de cette fréquence). Le circuit résonant 5 est un circuit oscillant comportant une bobine 6 et un condensateur 7 branchés en parallèle. Les valeurs de ces composants sont choisis pour résonner à 28 MHz. Comme l'impédance du circuit résonant est maximum à cette fréquence, ce circuit résonant va servir de bouchon à ladite fréquence et limiter ainsi la longueur du brin au premier élément radiant 3. Par contre à 21 MHz, le circuit résonant présente une très faible impédance, de sorte que la longueur totale du brin est utilisée. Ainsi par des moyens relativement simples est-on parvenu à faire résonner un tronçon L1 ou l'ensemble L3 de l'antenne.

[0003] Aux fréquences considérées ci-dessus (domaine des ondes courtes) l'antenne est confectionnée au moyen de tubes formant les éléments radiants 3 et 4, ces tubes étant réunis par un manchon contenant le circuit résonant 5 réalisé au moyen de composants discrets soit une bobine ou inductance 6 et un condensateur 7.

[0004] Les fréquences mises en oeuvre dans les ins-

truments de petit volume, par exemple un téléphone mobile ou encore une montre-téléphone sont beaucoup plus élevées que celles évoquées ci-dessus. Si le principe de l'adaptation de l'antenne à au moins deux fréquences différentes peut rester le même que celui décrit plus haut, la technique utilisée pour ces courtes longueurs d'onde devra être adaptée à l'antenne mise en oeuvre. Cette antenne doit pouvoir fonctionner au moins sur les fréquences officielles normalisées par exemple par le système GSM (Groupe Spécial Mobile) qui prévoit une fréquence haute f_h égale à 1,9 GHz et une fréquence basse f_b égale à 900 MHz.

[0005] C'est l'idée de la présente invention de proposer une antenne susceptible de s'adapter au moins aux fréquences mentionnées. Dans ce but, outre qu'elle satisfait à la définition donnée au premier paragraphe de cette description, l'antenne est caractérisée en ce que les premier et second éléments radiants présentent chacun un ruban conducteur de forme substantiellement rectangulaire et en ce que le circuit résonant comporte la combinaison d'une inductance et d'un condensateur, ladite inductance étant une bande étroite sensiblement rectiligne formée intégralement avec au moins un desdits rubans et liée à ce ruban par l'une de ses extrémités.

[0006] On notera que le document EP 0 470 797 décrit une antenne susceptible de s'adapter à plusieurs fréquences. Toutes les réalisations envisagées dans ce document font néanmoins appel à des inductances formées de composants discrets qui doivent donc être soudées par leurs extrémités aux divers éléments radiants de l'antenne.

[0007] On notera en outre que le document WO 99/03168 décrit une antenne compacte susceptible de s'adapter au moins à une fréquence basse et une fréquence haute, cette antenne étant notamment destinée à équiper des appareils de téléphonie mobile. Selon un mode de réalisation décrit en référence à la figure 1 de ce document, l'antenne présente deux éléments radiants reliés ensemble par un circuit résonant pouvant être représenté schématiquement comme la mise en parallèle d'un condensateur et d'une inductance. Il est proposé de réaliser ce circuit résonant et notamment l'inductance sous la forme d'un ruban imprimé relativement large ayant la forme d'un méandre. La valeur de capacité du circuit résonant est déterminée ici par la capacité parasite présente entre les « spires » ou méandres de l'inductance.

[0008] Un inconvénient de cette solution réside dans le fait que l'ajustement de la fréquence de résonance du circuit résonant est difficile à effectuer. En effet, si l'on désire modifier la valeur d'inductance du circuit résonant, il est nécessaire de modifier la largeur et/ou la longueur du méandre. En effectuant une telle opération, on affecte par la même occasion la valeur de la capacité parasite du circuit résonant.

[0009] La solution selon la présente invention présente l'avantage de pouvoir ajuster aisément la fréquence

de résonance du circuit résonant en agissant indépendamment sur la valeur de l'inductance ou sur la valeur du condensateur. En particulier, l'inductance formée d'une piste étroite sensiblement rectiligne n'affecte sensiblement pas la valeur de capacité du circuit résonant. En outre, une piste étroite pour l'inductance présente l'avantage d'une inductivité plus élevée à dimension égale par rapport à la solution envisagée dans le document WO 99/03168.

[0010] Les caractéristiques et avantages de l'invention vont ressortir maintenant de la description qui va suivre, faite en regard du dessin annexé et donnant à titre explicatif, mais nullement limitatif, plusieurs formes avantageuses de réalisation de l'invention, dessin dans lequel :

- la figure 1 est un schéma explicitant une antenne bifréquence exécutée selon un art antérieur,
- la figure 2 montre un premier mode de réalisation de l'antenne selon l'invention, cette antenne étant autoporteuse,
- la figure 3 illustre un deuxième mode de réalisation de l'antenne selon l'invention, cette antenne étant autoporteuse et intégrée par exemple à une montre-téléphone,
- la figure 4 montre un troisième mode de réalisation de l'antenne selon l'invention, cette antenne faisant partie intégrante d'un circuit imprimé,
- la figure 5 montre un quatrième mode de réalisation de l'antenne selon l'invention,
- la figure 6 est une coupe selon la ligne VI-VI visible sur la figure 5,
- la figure 7 montre un cinquième mode de réalisation de l'antenne selon l'invention, cette exécution étant une variante de l'antenne montée en figure 5,
- la figure 8 est une coupe selon la ligne VIII-VIII visible sur la figure 7,
- la figure 9 montre un sixième mode de réalisation de l'antenne de l'invention,
- la figure 10 est une vue en plan de l'antenne de l'invention, vue sur laquelle sont tracées les courbes de niveau de la composante électrique du champ électromagnétique quand l'antenne travaille à la fréquence basse f_b , et
- la figure 11 est une vue en plan de l'antenne de l'invention, vue sur laquelle sont tracées les courbes de niveau de la composante électrique du champ électromagnétique quand l'antenne travaille à la fréquence haute f_h .

[0011] Comme on peut le voir sur les figures 2 à 9, l'antenne 1 en question présente une forme allongée. Elle est destinée à un instrument de petit volume, notamment à un téléphone logé dans une montre, ce téléphone étant susceptible de recevoir et d'émettre des messages radiodiffusés. L'antenne 1 est en outre capable de travailler sur au moins deux fréquences de valeurs haute f_h et basse f_b et est constituée, à partir d'un

point d'alimentation 2, d'un premier élément radiant 3 dont la longueur L_1 est accordée sur la fréquence haute f_h et d'au moins un second élément radiant 4 qui fait suite au premier, la longueur L_2 de ce second élément 4 ajoutée à celle du premier présentant une longueur totale L_3 accordée sur la fréquence basse f_b . Les mêmes figures 2 à 9 montrent que les premier et second éléments radiants 3 et 4 sont reliés ensemble par un circuit résonant 5. La fréquence de résonance f_r de ce circuit résonant 5 est choisie pour limiter la longueur de l'antenne 1 à son premier élément radiant 3 quand la fréquence haute f_h est active et pour utiliser la longueur totale L_3 de l'antenne quand la fréquence basse f_b est active.

[0012] Ceci étant, et comme le montrent encore les figures 2 à 9, l'invention est remarquable d'abord en ce que les premier et second éléments radiants 3 et 4 présentent chacun un ruban conducteur de forme sensiblement rectangulaire, ces rubans étant placés l'un à la suite de l'autre. Ensuite l'invention est remarquable par le fait que le circuit résonant 5 comporte la combinaison d'une inductance 6 et d'un condensateur 7, 7' cette inductance 6 étant une bande étroite sensiblement rectiligne formée intégralement avec au moins l'un desdits rubans et liée à ce ruban par l'une de ses extrémités 8, 8'. A ce sujet toutes les figures 2 à 9 montrent que l'extrémité 8 de l'inductance 6 est liée au ruban 3 et que l'inductance 6 est formée intégralement avec l'un des rubans, en l'occurrence avec le ruban 3.

[0013] La base constituant l'invention ayant été exposée ci-dessus, on va passer en revue maintenant différents modes d'exécution en utilisant l'une après l'autre les figures annexées à cette description.

[0014] Les figures 2 à 8 montrent que l'inductance 6 et le condensateur 7, 7' sont connectés en parallèle. Dans ces conditions, on comprendra que la valeur de chacun de ces composants sera choisie pour que le circuit résonant présente une fréquence de résonance f_r substantiellement égale à la fréquence haute f_h de fonctionnement de l'antenne. En effet, comme déjà évoqué dans le préambule de cette description, l'impédance du circuit résonant présente alors un maximum lors de la résonance et si le circuit résonant est accordé à la fréquence haute f_h , il représentera comme un bouchon ou une barrière ne laissant pas passer ladite fréquence haute. Comme le premier élément radiant 3 comporte une longueur accordée à cette fréquence haute, l'antenne sera limitée à ce premier élément radiant ou premier ruban 3 si la fréquence haute est active. Contrairement à cela, si c'est la fréquence basse qui est active pour émettre ou recevoir les messages, le circuit résonant 5 va présenter à cette fréquence une impédance minimum, laissant passer ladite fréquence basse. Comme la somme des longueurs L_1 et L_2 des rubans 3 et 4 est accordée à la fréquence basse f_b , l'antenne sera adaptée à cette fréquence sur la totalité de sa longueur L_3 .

[0015] La figure 2 illustre un premier mode d'exécution de l'invention. Les premier et second rubans 3 et 4

sont autoporteurs et ne reposent donc sur aucun substrat, bien que des moyens de fixation 9 sont prévus pour attacher l'antenne à l'instrument dans lequel elle est implantée. Ceci suppose naturellement que les rubans présentent une certaine épaisseur pour assurer une certaine rigidité mécanique à tout l'ensemble. Dans ce mode d'exécution, l'inductance 6 est une bande étroite sensiblement rectiligne reliée par sa première extrémité 8 au premier ruban 3 et par sa seconde extrémité 8' au second ruban 4. Ici l'inductance 6 est formée intégralement avec les deux rubans 3 et 4. On comprendra que l'ensemble rubans 3 et 4 et inductance 6 peut être fabriqué en une seule opération par simple étampage ce qui simplifie énormément l'exécution de l'antenne. Le condensateur 7 par contre est un composant discret, exécuté séparément des rubans constituant l'antenne et présentant des première et seconde bornes 10 et 10' soudées respectivement sur les premier et second rubans 3 et 4. L'antenne est alimentée par un fil (non représenté) soudé dans un passage 2 pratiqué dans le premier ruban 3.

[0016] A propos de la figure 2, on peut donner les valeurs pratiques de construction suivantes au cas où $f_b = 900$ MHz et $f_h = 1,9$ GHz. La longueur L_1 du premier ruban 3 est égale à 3,4 cm (équivalent au quart de la longueur d'onde de f_h). La longueur L_3 (correspondant au quart de la longueur d'onde de f_b) est de 8,3 cm, d'où l'on déduit la longueur $L_2 = 4,9$ cm. On observera ici que les valeurs données sont théoriques étant donné qu'elles sont influencées par certains facteurs, notamment par la largeur des rubans ainsi que par l'espace existant entre ces rubans. Comme la position du circuit résonant 5 détermine f_h , la longueur additionnelle L_2 permet d'ajuster f_b . On peut donc assez facilement ajuster les deux fréquences individuellement. Une fois fixée la position du circuit résonant 5, on peut ajuster finalement f_h en réglant la valeur du condensateur 7.

[0017] En ce qui concerne les valeurs à donner à l'inductance 6 et au condensateur 7, on appliquera la formule $f_h = 1/2\pi\sqrt{LC}$. Pour $f_h = 1,9$ MHz, la formule est satisfaite si $C = 0,7$ pF et $L = 10$ nHy. L'inductance 6 est ici une bande étroite dont la valeur vaut environ 10 nHy par cm. Dans l'exemple pris ici, l'espace entre les rubans 3 et 4 est donc de 1 cm.

[0018] La figure 3 illustre un deuxième mode d'exécution de l'invention. On retrouve ici des premier et second rubans 3 et 4 qui sont autoporteurs et sont séparés par une inductance 5 et un composant discret formant le condensateur 7. Ici par contre l'antenne est enroulée autour d'un boîtier 26 abritant les circuits électroniques nécessaires au fonctionnement de l'instrument. On reviendra plus bas sur cette exécution car elle comporte d'autres particularités utiles à signaler.

[0019] La figure 4 montre un troisième mode d'exécution de l'invention. Par rapport au premier et au deuxième mode, ce troisième mode est caractérisé en ce que les premier et second rubans 3 et 4 reposent sur un substrat isolant 11, par exemple du Kapton (marque dé-

posée) pour former un circuit imprimé. L'inductance 6 est une piste étroite imprimée sur le substrat 11. Elle est reliée par sa première extrémité 8 au premier ruban 3 et par sa seconde extrémité 8' au second ruban 4. Elle fait donc partie intégrante des rubans 3 et 4. Pour constituer le circuit résonant 5, le condensateur 7, 7' associé à l'inductance 6 peut prendre différentes formes.

[0020] Une première forme de condensateur est illustrée à la figure 4. Ce condensateur comporte en réalité deux condensateurs 7 et 7' situés de part et d'autre de l'inductance 6. Ces deux condensateurs sont branchés en parallèle et confèrent une symétrie à l'ensemble du circuit résonant. Cette symétrie est généralement souhaitable et sera préférée à un montage non symétrique comme on peut le voir à la figure 2. Le condensateur 7, 7' comprend une première armature 12, 12' imprimée sur le substrat 11 et reliée au premier ruban 3. Il comprend encore une seconde armature 13, 13' également imprimée sur le substrat 11 et reliée au second ruban 4. Comme la figure 4 le montre bien, chacune de ces première et seconde armatures présente la forme d'un peigne dont les dents s'interpénètrent sans se toucher. La capacité est ici créée dans l'espace existant entre les dents. On parlera aussi d'une capacité interdigitée. Par ailleurs, le premier ruban 3 est alimenté par un conducteur (non représenté) soudé au point d'alimentation 2.

[0021] Ce troisième mode d'exécution illustré par la figure 4 montre comment, selon l'invention, une antenne bifréquence peut être réalisée simplement et surtout économiquement. Cette antenne est en effet entièrement réalisée dans un seul circuit imprimé, le gravage chimique bien connu réalisant d'un seul coup les rubans 3 et 4, l'inductance 6 et le condensateur 7, 7'. Cette antenne peut donc être produite à un coût extrêmement bas puisque aucun composant discret n'est nécessaire pour créer le circuit résonant 5.

[0022] Une deuxième forme de condensateur associé à une inductance imprimée 6 est montrée aux figures 5 et 6, la figure 5 étant une vue en plan de l'antenne et la figure 6 une coupe selon la ligne VI-VI de la figure 5. Ces figures 5 et 6 explicitent un quatrième mode d'exécution de l'invention. Le condensateur comporte la mise en parallèle de deux condensateurs 7 et 7' situés de part et d'autre de l'inductance 6 et formés chacun d'un composant discret présentant une première borne 14 et 14' soudée sur le premier ruban 3 et une seconde borne 15 et 15' soudée sur le second ruban 4. Ce quatrième mode d'exécution présente une autre particularité dont il sera question plus bas.

[0023] Une troisième forme de condensateur associé à une inductance imprimée est montrée aux figures 7 et 8, la figure 7 étant une vue en plan de l'antenne et la figure 8 une coupe selon la ligne VIII-VIII de la figure 7. Ces figures 7 et 8 explicitent un cinquième mode d'exécution de l'invention. Le condensateur comporte la mise en parallèle de deux condensateurs 7 et 7' situés de part et d'autre de l'inductance 6. Le condensateur 7 comporte à son tour la mise en série de premier et second con-

densateurs 16 et 17 comprenant chacun une armature commune 18 imprimée sous le substrat isolant 11, cette armature 18 s'étendant partiellement, d'une part sous le premier ruban 3 pour former le premier condensateur 16 et d'autre part sous le second ruban 4 pour former le second condensateur 17. Le condensateur 7' comporte également la mise en série de premier et second condensateurs 16' et 17' comprenant chacun une armature commune 18' imprimée sous le substrat isolant 11, cette armature 18' s'étendant partiellement, d'une part sous le premier ruban 3 pour former le premier condensateur 16' et d'autre part sous le second ruban 4 pour former le second condensateur 18'. Dans cette exécution, on comprend que le substrat 11 sert de diélectrique à chacun des condensateurs mentionnés. Ce cinquième mode d'exécution est presque aussi économique que celui décrit à propos de la figure 4, puisque toute l'antenne 1 et le circuit résonant 5 peuvent être réalisés par gravage chimique d'un circuit imprimé double face et cela sans apport de composants discrets soudés sur les rubans.

[0024] On a mentionné ci-dessus, à propos des deuxième (figure 3) et quatrième (figure 6) modes d'exécution, que ces modes présentent une particularité qu'il convient de décrire maintenant. En effet, dans ces exécutions particulières, on voit que les premier et second rubans 3 et 4 sont disposés à une distance déterminée A d'un plan de masse 19, que la partie initiale 20 du premier ruban 3 est court-circuitée à ce plan par un pont 27 et que la partie finale 21 du second ruban 4 est laissée libre. Dans la figure 3, le plan de masse 19 est assimilé au boîtier 26 qui est métallique. Comme le montrent les figures 3 et 6, l'alimentation de l'antenne est assurée par un câble coaxial 28 qui comprend un conducteur interne 29 isolé du plan de masse 19 et connecté au point d'alimentation 2 du premier ruban 3, ce point d'alimentation étant distant du pont 27 court-circuitant ledit premier ruban 3 et ledit plan de masse 19. Le câble coaxial comporte encore un conducteur ou blindage 30 connecté au plan de masse 19. En figure 3, la distance A entre les rubans 3 et 4 et le plan de masse 19 est maintenue par le fait que les rubans sont autoporteurs et donc suffisamment rigides pour assurer cette distance. En figure 6, la distance A est maintenue par une mousse 31 collée sur le substrat 11 et sur le plan de masse 19.

[0025] Une antenne telle que montrée en figure 6, mais n'étant adaptée qu'à une seule fréquence et ne possédant en conséquence qu'un seul ruban conducteur est connue sous la dénomination anglo-saxonne "Planar Inverted-F Antenna" ou PIFA. Une analyse détaillée de la structure PIFA peut être trouvée dans le document "Analysis, Design and Measurement of small and Low-Profile Antennas", Artech House, Norwood, MA, 1992, Ch. 5, pages 161-180, Kazuhiro Hirasawa et Misao Haneishi. L'antenne illustrée en figure 3 est une variante de l'antenne PIFA permettant l'adaptation de ladite antenne à un boîtier faisant partie intégrante du plan de masse, ce boîtier comprenant au moins un cou-

vercle, un fond et une paroi latérale en regard de laquelle est disposé le ruban unique. Cette variante a fait l'objet d'une demande de brevet européen No 99120230.0 déposée le 11 octobre 1999 au nom du même demandeur que celui de la présente invention.

[0026] Ce qui précède a été exposé pour montrer que l'antenne multifréquence de la présente invention peut être appliquée tant à une antenne PIFA qu'à une antenne se trouvant sans référence à un plan de masse immédiat, comme cela est illustré en figure 2 ou en figure 4 par exemple.

[0027] La figure 9 montre un sixième mode d'exécution de l'invention. Ce mode fait partie de la seconde catégorie d'antenne, évoquée plus haut où l'inductance 6 et le condensateur 7 sont connectés en série. On comprendra que la valeur de chacun de ces composants sera choisie pour présenter une fréquence de résonance f_r substantiellement égale à la fréquence basse f_b de fonctionnement de l'antenne. En effet, le circuit résonant 5 présente ici une impédance minimum à la résonance. Il s'ensuit que lorsque la fréquence basse f_b est active, le circuit résonant 5 n'oppose aucune résistance à cette fréquence. La longueur du ruban 4 s'ajoute alors à la longueur du ruban 3 et l'antenne est adaptée à la fréquence basse f_b . Par contre, si c'est la fréquence haute f_h qui est active, seul le ruban 3, adapté à f_h , sera utilisé puisqu'à la fréquence haute, le circuit résonant présente une très haute impédance empêchant la propagation de f_h au-delà du premier ruban 3.

[0028] La figure 9 montre un exemple pratique de construction de l'antenne avec un circuit résonant 5 comportant la mise en série d'une inductance 6 et d'un condensateur 7. Les premier et second rubans 3 et 4 reposent sur un substrat isolant 11 pour former un circuit imprimé. L'inductance 6 est une piste étroite imprimée sur le substrat et reliée par sa première extrémité 8 au premier ruban 3. La seconde extrémité 8' de l'inductance 6 est reliée à une première armature 12 d'un condensateur 7; alors qu'une seconde armature 13 du même condensateur 7 est reliée au second ruban 4. On voit que les première et seconde armatures 12 et 13 présentent la forme d'un peigne dont les dents s'interpénètrent sans se toucher. La même remarque peut être faite ici que celle exprimée à propos de la figure 4. En effet, les rubans 3 et 4 ainsi que le circuit résonant 5 sont imprimés sur un substrat 11 sans apport de composants extérieurs. On a donc affaire à une antenne très bon marché réalisée par simple attaque chimique d'un circuit imprimé.

[0029] Les figures 10 et 11 sont des vues en plan de l'antenne selon l'invention dessinée sur une longueur X de ± 50 mm et sur une largeur Y de ± 10 mm. Ces figures montrent les courbes de niveau, exprimées en dB, de la composante électrique E_z du champ électromagnétique perpendiculaire au plan de l'antenne et mesurée à proximité de ce plan. Le circuit résonant 5 est un circuit oscillant comportant la mise en parallèle d'une inductance 6 et d'un condensateur 7 comme cela a été décrit

plus haut. Il résonne à la fréquence haute f_h . L'antenne est composée du premier ruban 3 et du second ruban 4. Ces rubans étant séparés par le circuit résonant 5 placé à $x = +10$ mm. La figure 10 montre le comportement de l'antenne 1 quand la fréquence basse f_b est active. L'antenne est utilisée sur une grande partie de sa longueur et ignore la présence du circuit résonant dont l'impédance est très basse. La figure 11 montre le comportement de l'antenne 1 quand la fréquence haute f_h est utilisée. L'antenne est utilisée sur sa partie gauche, qui est l'endroit du premier ruban 3. Le circuit résonant 5 bloque le passage du signal vers la droite où ce signal apparaît comme très faible (de -12 à -24 dB).

[0030] Tous les modes d'exécution de l'antenne décrits plus haut sont adaptés à une antenne bifréquence. Il est clair que l'invention n'est pas limitée à l'utilisation de deux fréquences. Par exemple si une troisième fréquence supplémentaire, encore plus basse que celle désignée ci-dessus par f_b , doit être rayonnée par l'antenne, on comprendra qu'il suffit de disposer, après le second ruban 4, un troisième ruban et un second circuit résonant entre le second et le troisième ruban. La longueur de ce troisième ruban sera choisie pour qu'additionnée à la longueur des deux premiers, la longueur totale de l'antenne soit accordée à la nouvelle fréquence plus basse. Dans ce cas, la fréquence de résonance du second circuit résonant sera choisie à f_b .

Revendications

1. Antenne (1) de forme allongée pour instrument de petit volume, notamment une montre-téléphone, susceptible de recevoir et d'émettre des messages radiodiffusés sur au moins deux fréquences de valeurs haute (f_h) et basse (f_b), cette antenne étant constituée, à partir d'un point d'alimentation (2), d'un premier élément radiant (3) dont la longueur (L_1) est accordée sur la fréquence haute (f_h) et d'au moins un second élément radiant (4), faisant suite au premier (3), la longueur (L_2) de ce second élément ajoutée à celle du premier présentant une longueur (L_3) totale accordée sur la fréquence basse (f_b), les premier et second éléments radiants étant reliés ensemble par un circuit résonant (5) dont la fréquence de résonance (f_r) est choisie pour limiter la longueur de l'antenne à son premier élément (3) quand la fréquence haute (f_h) est active et pour utiliser la longueur totale (L_3) de l'antenne quand la fréquence (f_b) basse est active,
caractérisée par le fait que les premier (3) et second (4) éléments radiants présentent chacun un ruban conducteur de forme sensiblement rectangulaire et que le circuit résonant (5) comporte la combinaison d'une inductance (6) et d'un condensateur (7, 7'), ladite inductance (6) étant une bande étroite sensiblement rectiligne formée intégralement avec au moins un desdits rubans et reliée à ce ruban par l'une de ses extrémités (8, 8').
2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** l'inductance (6) et le condensateur (7, 7') sont connectés en parallèle, la valeur de chacun de ces composants étant choisie pour présenter une fréquence de résonance (f_r) substantiellement égale à la fréquence haute (f_h) de fonctionnement de l'antenne.
3. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée par le fait que** les premier (3) et second (4) rubans sont autoporteurs et maintenus dans l'instrument par des moyens de fixation (9), que l'inductance (6) est reliée par sa première extrémité (8) au premier ruban (3) et par sa seconde extrémité (8') au second ruban (4) et que le condensateur (7) est un composant discret présentant des première (10) et seconde (10') bornes soudées respectivement sur les premier (3) et second (4) rubans.
4. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée par le fait que** les premier (3) et second (4) rubans reposent sur un substrat isolant (11) pour former un circuit imprimé et que l'inductance (6) est une piste étroite imprimée sur ledit substrat isolant (11) et reliée par sa première extrémité (8) au premier ruban (3) et par sa seconde extrémité (8') au second ruban (4).
5. Antenne selon la revendication 4, **caractérisée par le fait que** le condensateur (7, 7') comporte une première armature (12, 12') imprimée sur le substrat isolant (11) et reliée au premier ruban (3) et une seconde armature (13, 13') imprimée sur le substrat isolant (11) et reliée au second ruban (4), chacune de ces première et seconde armatures présentant la forme d'un peigne dont les dents s'interpénètrent sans se toucher.
6. Antenne selon la revendication 4, **caractérisée par le fait que** le condensateur (7, 7') est un composant discret présentant des première (14, 14') et seconde (15, 15') bornes soudées respectivement sur les premier (3) et second (4) rubans.
7. Antenne selon la revendication 4, **caractérisée par le fait que** le condensateur (7, 7') comporte la mise en série de premier (16, 16') et second (17, 17') condensateurs comprenant chacun une armature commune (18, 18') imprimée sous le substrat isolant (11), cette armature commune s'étendant partiellement, d'une part sous le premier ruban (3) pour former le premier condensateur (16, 16') et d'autre part sous le second ruban (4) pour former le second condensateur (17, 17'), ledit substrat isolant (11) servant de diélectrique à chacun desdits premier et second condensateurs.

8. Antenne selon les revendications 3 ou 4, **caractérisée par le fait que** les premier (3) et second (4) rubans sont disposés à une distance déterminée (A) d'un plan (19) de masse, la partie initiale (20) du premier ruban (3) étant court-circuitée à ce plan de masse (19) et la partie finale (21) du second ruban (4) étant laissée libre.

9. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** l'inductance (6) et le condensateur (7) sont connectés en série, la valeur de chacun de ces composants étant choisie pour présenter une fréquence de résonance (f_r) substantiellement égale à la fréquence basse (f_b) de fonctionnement de l'antenne.

10. Antenne selon la revendication 9, **caractérisée par le fait que** les premier (3) et second (4) rubans reposent sur un substrat isolant (11) pour former un circuit imprimé et que l'inductance (6) est une piste étroite imprimée sur ledit substrat isolant (11) et reliée par sa première extrémité (8) au premier ruban (3) et par sa seconde extrémité (8') à une première armature (12) d'un condensateur (7) dont la seconde armature (13) est reliée au second ruban (4), chacune desdites premières et seconde armatures étant imprimée sur le substrat isolant, lesdites première et seconde armatures présentant la forme d'un peigne dont les dents s'interpénètrent sans se toucher.

Patentansprüche

1. Antenne (1) mit länglicher Form für kleinvolumiges Instrument, insbesondere für eine Telefonuhr, die über Funk auf wenigstens zwei Frequenzen mit hohem Wert (f_h) und niedrigem Wert (f_b) Nachrichten empfangen und aussenden kann, wobei diese Antenne beginnend bei einem Einspeisungspunkt (2) gebildet ist aus einem ersten Strahlerelement (3), dessen Länge (L_1) auf die hohe Frequenz (f_h) abgestimmt ist, und aus wenigstens einem zweiten Strahlerelement (4), das dem ersten (3) folgt, wobei die Länge (L_2) dieses zweiten Elements zusammen mit jener des ersten Elements eine Gesamtlänge (L_3) bildet, die auf die niedrige Frequenz (f_b) abgestimmt ist, wobei das erste und das zweite Strahlerelement durch eine Resonanzschaltung (5) miteinander verbunden sind, deren Resonanzfrequenz (f_r) so gewählt ist, dass die Länge der Antenne auf ihr erstes Element (3) begrenzt ist, wenn die hohe Frequenz (f_h) aktiv ist, und dass die Gesamtlänge (L_3) der Antenne genutzt wird, wenn die niedrige Frequenz (f_b) aktiv ist,

dadurch gekennzeichnet, dass das erste Strahlerelement (3) und das zweite Strahlerelement (4) jeweils einen Leiterstreifen mit im Wesent-

lichen rechtwinkliger Form aufweisen und dass die Resonanzschaltung (5) die Kombination aus einer Induktivität (6) und aus einer Kapazität (7, 7') aufweist, wobei die Induktivität (6) ein im Wesentlichen geradliniger schmaler Streifen ist, der einteilig mit wenigstens einem der Bänder ausgebildet ist und mit diesem Band über eines seiner Enden (8, 8') verbunden ist.

2. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Induktivität (6) und die Kapazität (7, 7') parallelgeschaltet sind, wobei der Wert jeder dieser Komponenten so gewählt ist, dass sie eine Resonanzfrequenz (f_r) besitzen, die im Wesentlichen gleich der hohen Betriebsfrequenz (f_h) der Antenne ist.

3. Antenne nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Band (3) und das zweite Band (4) selbsttragend sind und in dem Instrument durch Befestigungsmittel (9) gehalten werden, dass die Induktivität (6) über ihr erstes Ende (8) mit dem ersten Band (3) und über ihr zweites Ende (8') mit dem zweiten Band (4) verbunden ist und dass die Kapazität (7) ein diskretes Bauelement ist, das einen ersten Anschluss (10) und einen zweiten Anschluss (10') aufweist, die mit dem ersten Band (3) bzw. mit dem zweiten Band (4) verlötet sind.

4. Antenne nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Band (3) und das zweite Band (4) auf einem isolierenden Substrat (11) aufliegen, um eine gedruckte Schaltung zu bilden, und dass die Induktivität (6) eine schmale Bahn ist, die auf das isolierende Substrat (11) gedruckt und mit ihrem ersten Ende (8) mit dem ersten Band (3) und mit ihrem zweiten Ende (8') mit dem zweiten Band (4) verbunden ist.

5. Antenne nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität (7, 7') eine erste Belegung (12, 12'), die auf das isolierende Substrat (11) gedruckt und mit dem ersten Band (3) verbunden ist, und eine zweite Belegung (13, 13'), die auf das isolierende Substrat (11) gedruckt und mit dem zweiten Band (4) verbunden ist, umfasst, wobei jede der ersten und zweiten Belegungen die Form eines Kamms aufweist, dessen Zähne sich gegenseitig durchdringen, ohne sich zu berühren.

6. Antenne nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität (7, 7') ein diskretes Bauelement ist, das einen ersten Anschluss (14, 14') und einen zweiten Anschluss (15, 15') aufweist, die mit dem ersten Band (3) bzw. mit dem zweiten Band (4) verlötet sind.

7. Antenne nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,**

net, dass die Kapazität (7, 7') eine Reihenschaltung aus einer ersten Kapazität (16, 16') und aus einer zweiten Kapazität (17, 17') umfasst, die jeweils eine gemeinsame Belegung (18, 18'), die unter das isolierende Substrat (11) gedruckt ist, umfassen, wobei sich diese gemeinsame Belegung einerseits teilweise unter dem ersten Band (3) erstreckt, um die erste Kapazität (16, 16') zu bilden, und andererseits teilweise unter dem zweiten Band (4) erstreckt, um die zweite Kapazität (17, 17') zu bilden, wobei das isolierende Substrat (11) für jede der ersten und zweiten Kapazitäten als Dielektrikum dient.

8. Antenne nach den Ansprüchen 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Band (3) und das zweite Band (4) in einem bestimmten Abstand (A) von einer Masseebene (19) angeordnet sind, wobei der Anfangsabschnitt (20) des ersten Bandes (3) mit dieser Masseebene (19) kurzgeschlossen ist und der Endabschnitt (21) des zweiten Bandes (4) freigelassen ist.
9. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Induktivität (6) und die Kapazität (7) in Reihe geschaltet sind, wobei der Wert jeder dieser Komponenten so gewählt ist, dass sie eine Resonanzfrequenz (f_r) besitzen, die im Wesentlichen gleich der niedrigen Betriebsfrequenz (f_b) der Antenne ist.
10. Antenne nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Band (3) und das zweite Band (4) auf einem isolierenden Substrat (11) aufliegen, um eine gedruckte Schaltung zu bilden, und dass die Induktivität (6) eine schmale Bahn ist, die auf das isolierende Substrat (11) gedruckt und mit ihrem ersten Ende (8) mit dem ersten Band (3) und mit ihrem zweiten Ende (8') mit einer ersten Belegung (12) einer Kapazität (7) verbunden ist, wobei die zweite Belegung (13) mit dem zweiten Band (4) verbunden ist, wobei jede der ersten und zweiten Belegungen auf das isolierende Substrat gedruckt ist, wobei die erste und die zweite Belegung die Form eines Kamms aufweisen, dessen Zähne sich gegenseitig durchdringen, ohne sich zu berühren.

Claims

1. Antenna (1) of elongated shape for an instrument of small volume, in particular a telephone-watch, capable of receiving and transmitting radiobroadcast messages at at least two frequencies of high (f_h) and low (f_b) value, this antenna being formed, from a feed point (2), of a first radiating element (3) the length (L1) of which is tuned to the high frequency (f_h) and at least a second radiating element (4),

following the first(3), the length (L2) of this second element added to that of the first having a total length (L3) tuned to the low frequency (f_b), the first and second radiating elements being connected to each other by a resonant circuit (5) whose resonance frequency (f_r) is chosen to limit the length of the antenna to its first element (3) when the high frequency (f_h) is active and to use the total length (L3) of the antenna when the low frequency (f_b) is active,

characterized in that the first (3) and second (4) radiating elements each have a conductive strip of substantially rectangular shape and **in that** the resonant circuit (5) includes the combination of an inductor (6) and a capacitor (7, 7'), said inductor (6) being a substantially rectilinear narrow band integrally formed with at least one of said strips and connected to said strip by one of its ends (8, 8').

2. Antenna according to claim 1, **characterized in that** the inductor (6) and the capacitor (7, 7') are connected in parallel, the value of each of these components being selected so as to have a resonance frequency (f_r) substantially equal to the antenna's high operating frequency (f_h).
3. Antenna according to claim 2, **characterized in that** the first (3) and second (4) strips are self-supporting and held in the instrument by securing means (9), **characterized in that** the inductor (6) is connected by its first end (8) to the first strip (3) and by its second end (8') to the second strip (4) and **characterized in that** the capacitor (7) is a discrete component having first (10) and second (10') terminals respectively bonded onto the first (3) and second (4) strips.
4. Antenna according to claim 2, **characterized in that** the first (3) and second (4) strips rest on an insulating substrate (11) to form a printed circuit and **characterized in that** the inductor (6) is a narrow printed path on said insulating substrate (11) and connected by its first end (8) to the first strip (3) and by its second end (8') to the second strip (4).
5. Antenna according to claim 4, **characterized in that** the capacitor (7, 7') includes a first capacitor plate (12, 12') printed on the insulating substrate (11) and connected to the first strip (3) and a second capacitor plate (13, 13') printed on the insulating substrate (11) and connected to the second strip (4), each of said first and second capacitor plates having the shape of a comb whose teeth interlock without touching.
6. Antenna according to claim 4, **characterized in that** the capacitor (7, 7') is a discrete component having first (14, 14') and second (15, 15') terminals

respectively bonded onto the first (3) and second (4) strips.

7. Antenna according to claim 4, **characterized in that** the capacitor (7, 7') includes the series arrangement of first (16, 16') and second (17, 17') capacitors each including a common capacitor plate (18, 18') printed under the insulating substrate (11), this common capacitor plate extending partially, on the one hand, under the first strip (3) to form the first capacitor (16, 16') and, on the other hand, under the second strip (4) to form the second capacitor (17, 17'), said insulating substrate (11) acting as a dielectric for each of said first and second capacitors.
8. Antenna according to claims 3 or 4, **characterized in that** the first (3) and second (4) strips are arranged at a determined distance (A) from a ground plane (19), the initial part (20) of the first strip (3) being short-circuited with this ground plane (19) and the final part (21) of the second strip (4) being left free.
9. Antenna according to claim 1, **characterized in that** the inductor (6) and the capacitor (7) are connected in series, the value of each of these components being chosen to have a resonance frequency (f_r) substantially equal to the antenna's low operating frequency (f_b).
10. Antenna according to claim 9, **characterized in that** the first (3) and second (4) strips rest on an insulating substrate (11) to form a printed circuit and **characterized in that** the inductor (6) is a narrow printed path on said insulating substrate (11) and connected by its first end (8) to the first strip (3) and by its second end (8') to a first capacitor plate (12) of a capacitor (7) whose second capacitor plate (13) is connected to the second strip (4), each of said first and second capacitor plates being printed on the insulating substrate, said first and second capacitor plates having the shape of a comb whose teeth interlock without touching.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

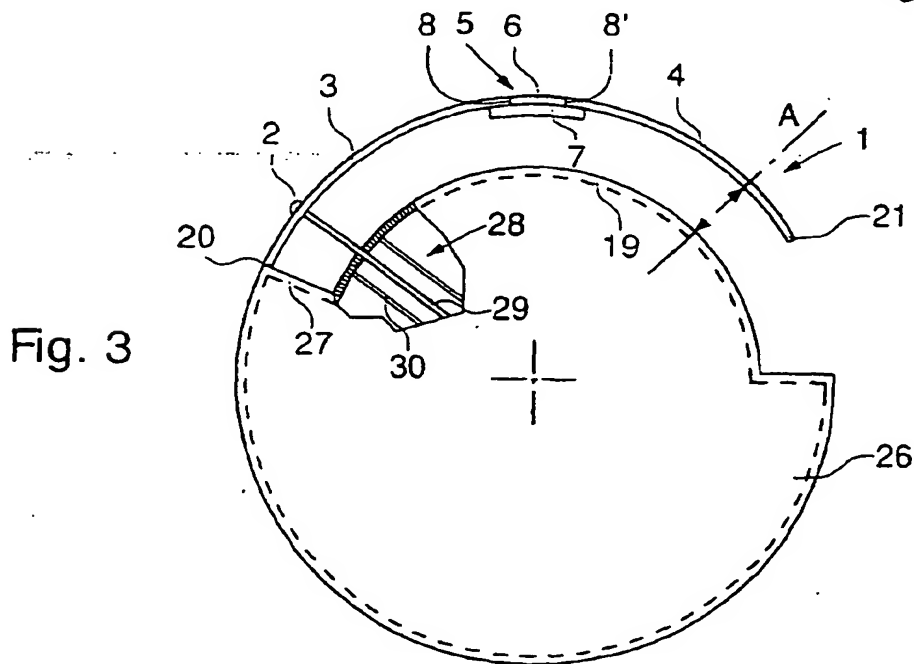
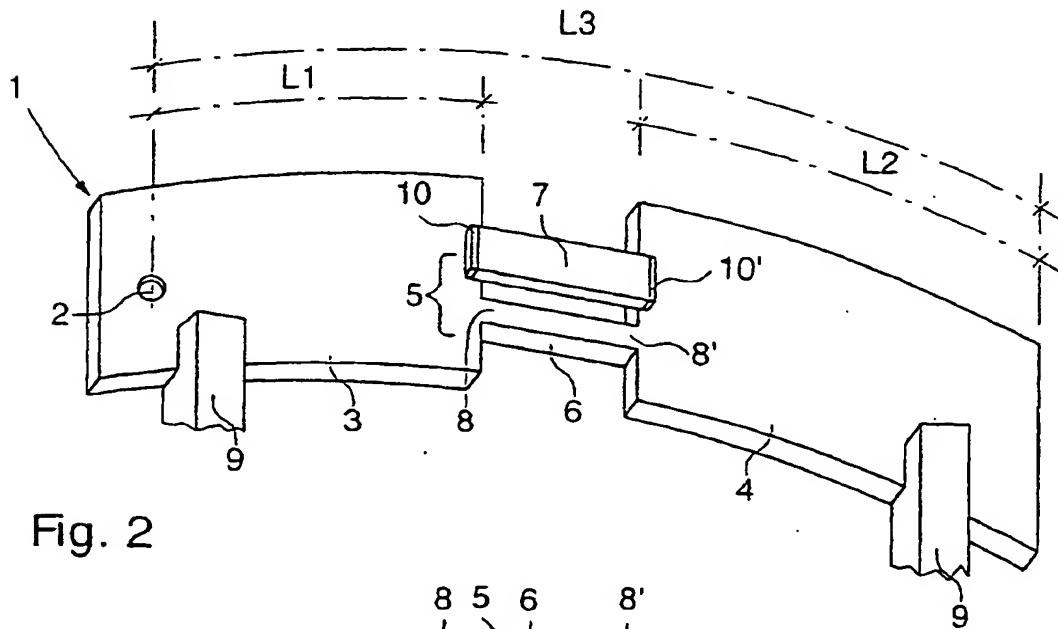
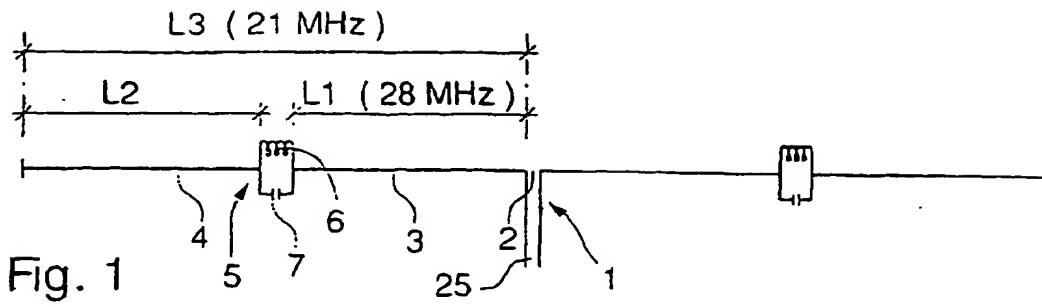
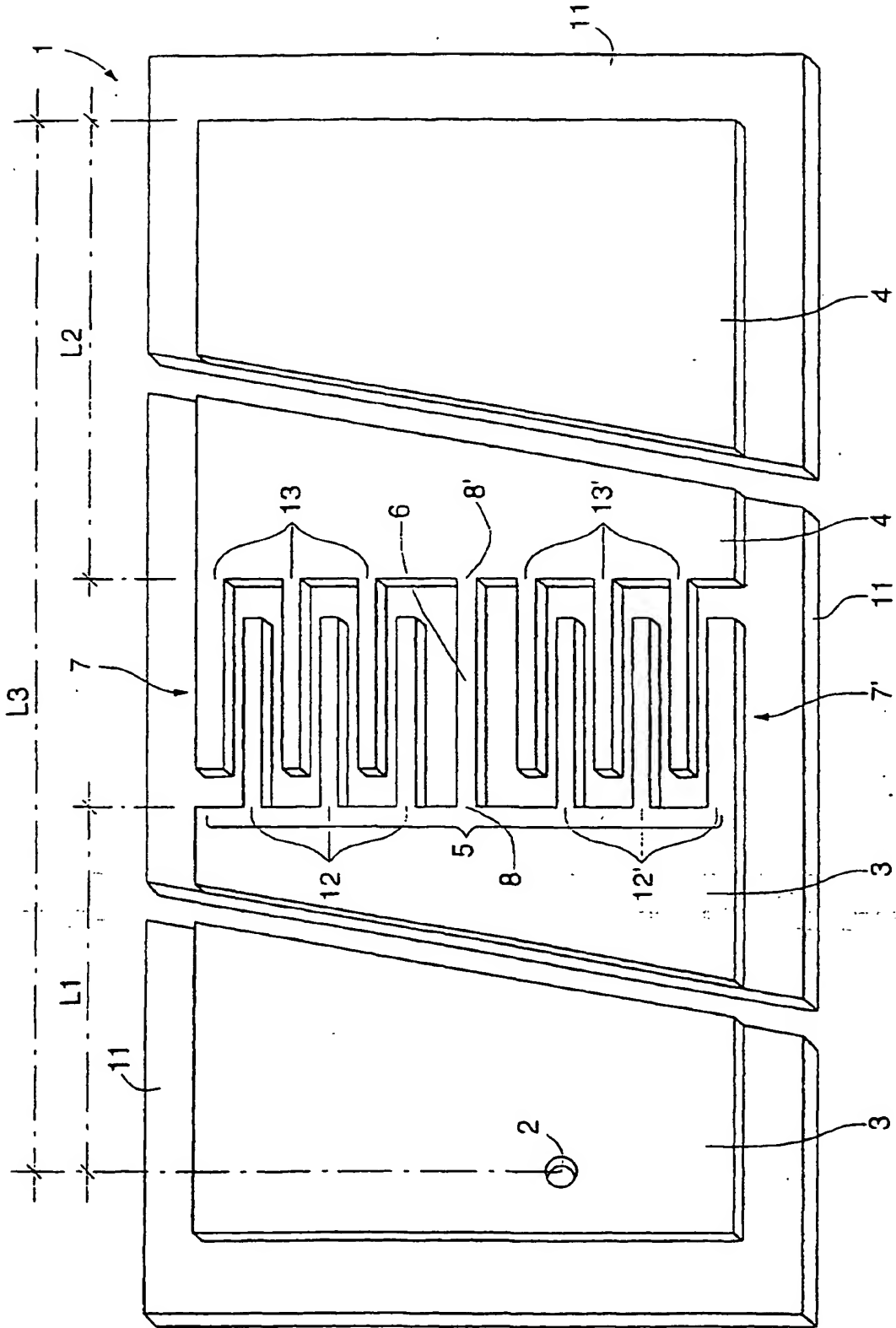


Fig. 4



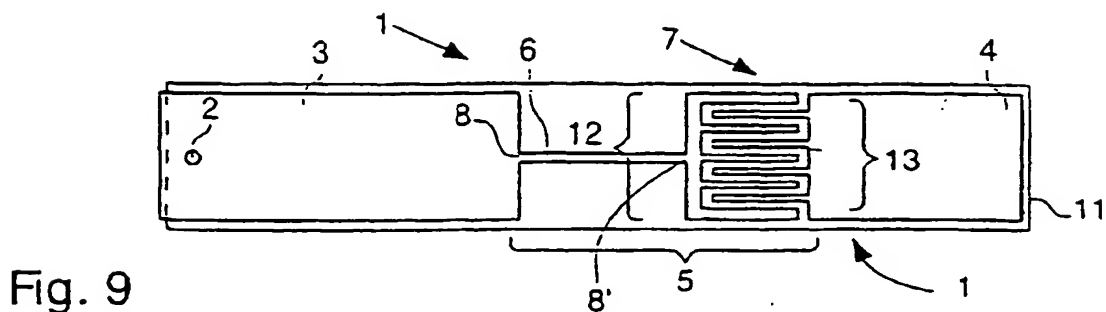
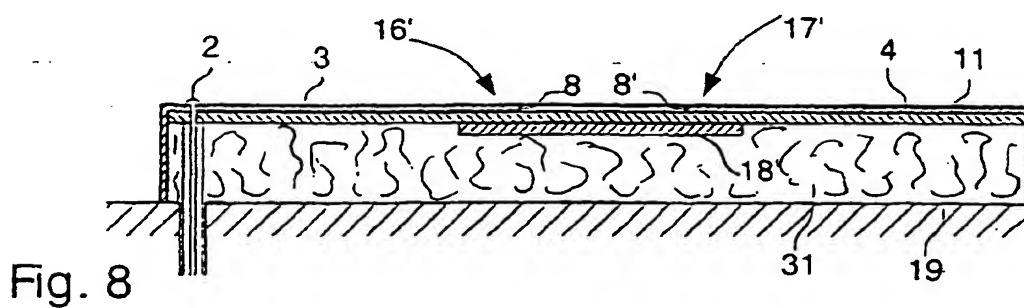
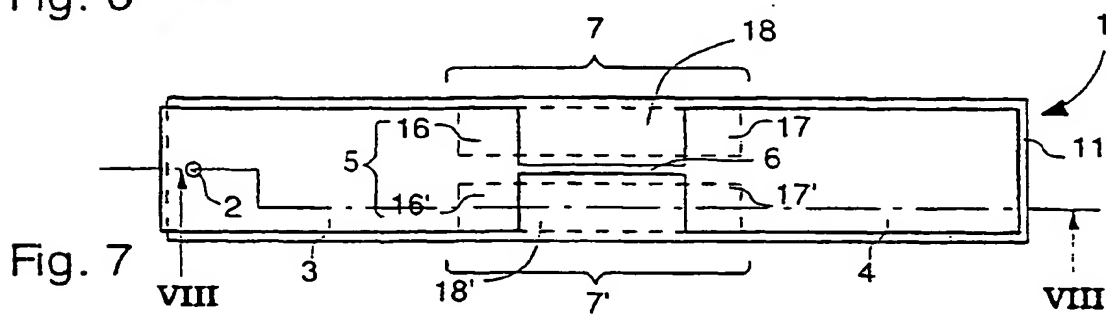
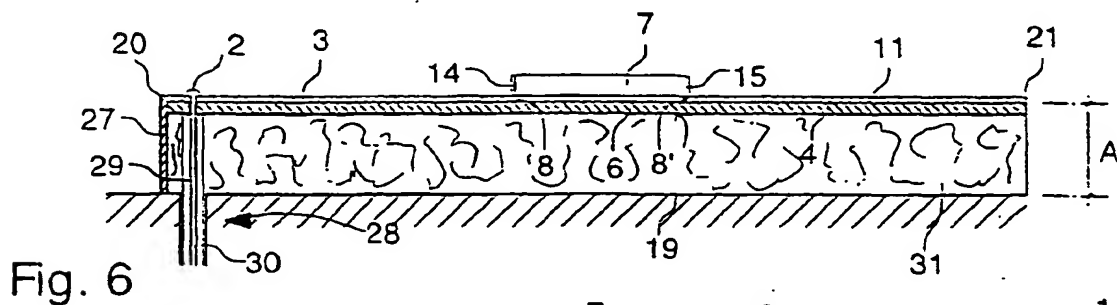
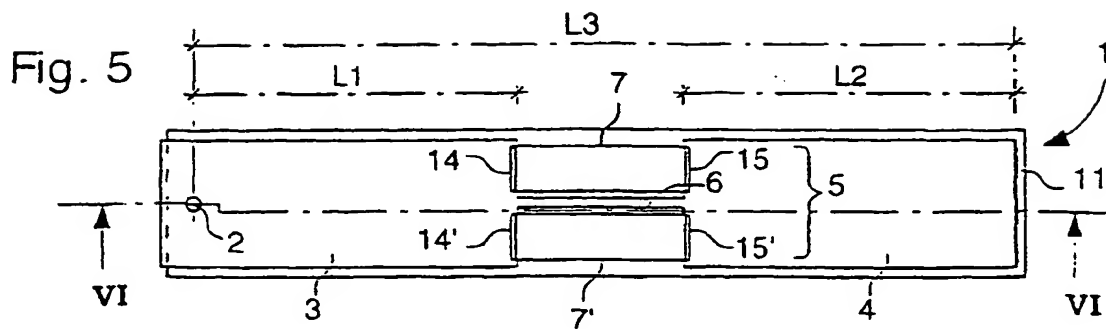


Fig. 10

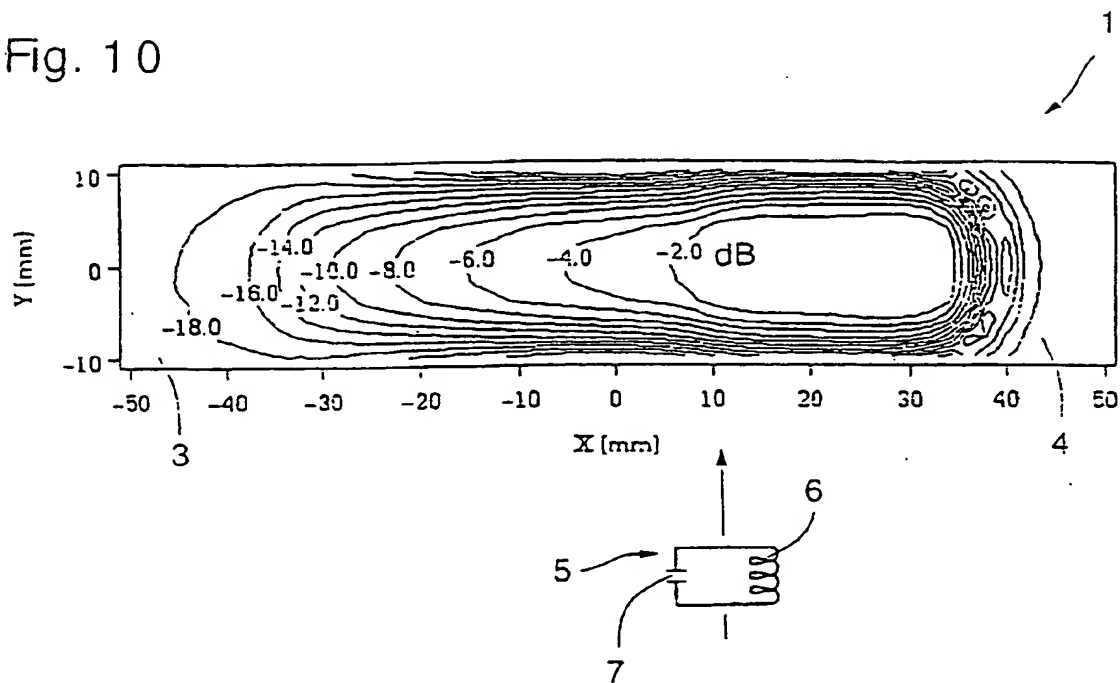
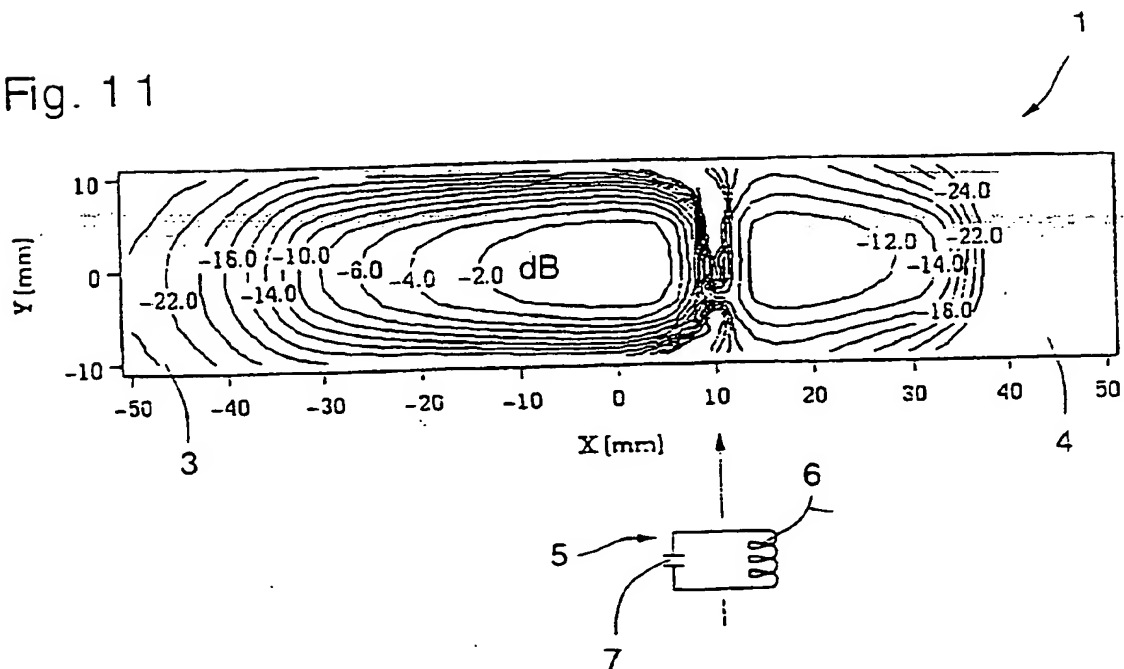


Fig. 11



THIS PAGE BLANK (DISPTO)